

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2012-509414
(P2012-509414A)

(43) 公表日 平成24年4月19日(2012.4.19)

| (51) Int.Cl. | F I | テーマコード (参考) |
|----------------------|-------------|-------------|
| DO3D 25/00 (2006.01) | DO3D 25/00 | 4F205 |
| DO3D 13/00 (2006.01) | DO3D 13/00 | 4L046 |
| DO3D 1/00 (2006.01) | DO3D 1/00 A | 4L047 |
| DO4H 1/42 (2012.01) | DO4H 1/42 Z | 4L048 |
| DO4H 11/00 (2006.01) | DO4H 11/00 | |

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2011-536949 (P2011-536949)
 (86) (22) 出願日 平成21年11月10日 (2009.11.10)
 (85) 翻訳文提出日 平成23年7月19日 (2011.7.19)
 (86) 国際出願番号 PCT/GB2009/051503
 (87) 国際公開番号 W02010/058196
 (87) 国際公開日 平成22年5月27日 (2010.5.27)
 (31) 優先権主張番号 0821134.4
 (32) 優先日 平成20年11月19日 (2008.11.19)
 (33) 優先権主張国 英国 (GB)
 (31) 優先権主張番号 08275075.3
 (32) 優先日 平成20年11月19日 (2008.11.19)
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(71) 出願人 390038014
 ビーエイイー システムズ パブリック
 リミテッド カンパニー
 BAE SYSTEMS plc
 イギリス国、エスタブリッシュワイ・5エー
 ディー、ロンドン、カールトン・ガーデン
 ズ 6
 (74) 代理人 100108855
 弁理士 蔵田 昌俊
 (74) 代理人 100091351
 弁理士 河野 哲
 (74) 代理人 100088683
 弁理士 中村 誠
 (74) 代理人 100109830
 弁理士 福原 淑弘

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 繊維強化複合材料

(57) 【要約】

マトリクス材料及び複数の繊維プライ強化構造を備えている連続繊維強化複合構造中に組み込まれるのに適した二次プライ構造、そのように形成された連続繊維強化複合材料、そしてその製造の為の方法が記載されている。二次プライは、例えば一次繊維のプライの形状である支持シートを備えていて、シートの平面の外方に略直線状に整列して第3次元へと延出しその表面の少なくとも大部分を横切って略直線状に整列して配置された二次繊維の2次元平面配列を支持して、統合された構造において平面外の強化を提供する。

【選択図】 図2

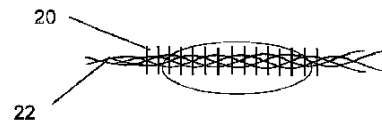


Figure 2

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

マトリックス材料及び複数の繊維プライ強化構造を備えている連続繊維強化複合構造中に組み込まれるプライ構造であって、一次繊維の 2 次元プライを備えている繊維プライ支持シートと、このシートの平面の外方に略直線状に整列して第 3 次元へと延出しその表面の少なくとも大部分を横切って配置された二次繊維の 2 次元平面配列と、を備えていて、二次繊維は支持シートの両側から外方に突出している、プライ構造。

【請求項 2】

前記二次繊維が、略均等に分散された配列で前記支持シートの大部分を横切って配列されている、請求項 1 に従っているプライ構造。

10

【請求項 3】

前記二次繊維が、それらの少なくとも十分な割合が直線状に配列されて支持シートに対し略直角に延出して外方に突出している、請求項 1 又は 2 に従っているプライ構造。

【請求項 4】

前記二次繊維が、前記支持シートの両側から外方に突出するよう前記支持シートを通して延出し、前記支持シートの前記一次繊維の構造が変質されないよう前記支持シート中に維持されるよう前記支持シートを通して浸透されている、請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に従っているプライ構造。

【請求項 5】

前記二次繊維が、0.25 mm と 3 mm との間の平均長さを有している繊維を備えている、請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に従っているプライ構造。

20

【請求項 6】

前記二次繊維が、6 μm と 30 μm との間の平均直径を有している、請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に従っているプライ構造。

【請求項 7】

前記請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に従っている少なくとも 1 つのプライ構造を備えていて、マトリックス材料の内部に実質的に配置された複合構造。

【請求項 8】

前記マトリックス材料の内部に実質的に配置された複数の前記プライ構造を備えていて、少なくとも幾つかの隣接しているプライ構造が、それらの前記二次繊維を互いに向かいそれらの間の前記マトリックス材料中に部分的に網で捉えるよう突出させている、請求項 7 に従っている複合構造。

30

【請求項 9】

略平行に離間して実質的に前記マトリックス材料内に配置された複数の一次繊維プライ構造を備えていて、前述したプライ構造は二次プライ構造である、請求項 7 又は 8 に従っている複合構造。

【請求項 10】

シート材料の支持層を提供する工程と；

前記層の平面の外方に延出していてその表面の少なくとも大部分を横切って配置されている二次繊維の平坦な配列を前記支持層に導入し、前記二次繊維を前記支持層の両側から外方に突出させる、工程と；

40

を備えている、複合構造において使用する為の強化プライを準備する方法。

【請求項 11】

前記支持層が繊維プライであり、そして前記二次繊維の前記配列が、二次繊維を前記一次繊維の間の隙間中に浸透させることにより前記プライを通して導入されている、請求項 10 に従っている方法。

【請求項 12】

二次繊維の配列が、スプレイの一直線状工程により導入されている、請求項 10 又は 11 に従っている方法。

【請求項 13】

50

請求項 10 乃至 12 のいずれか 1 項の方法に従って複数の強化プライを準備する工程と

；
前記複数の繊維プライを略平行に離間してマトリックス材料の適切な先駆物質とともに積み上げる工程と；そして、

それらを繊維強化複合材料を形成するよう処理する工程と、
を備えている、複合材料を準備する方法。

【請求項 14】

前記積み上げ工程の以前に、このような二次繊維無しで 2 次元一次繊維プライ構造を備えている複数のさらなる強化繊維プライを準備し、そして次に、前記最初に言及され更に強化されているプライを前記積み上げ工程において積み上げる、ことを備えている、請求項 13 に従っている方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、適切なマトリックス材料と組み合わせられて複合体にされる中空及び / 又は中実繊維材料の複数のプライ (ply) を備えている複合材料、及びその製造の方法に関係している。

【背景技術】

【0002】

2 つ又はそれ以上の別箇の構成要素材料を組み合わせた複合材料システムは、所望の性質の配列を提供する材料の要求と合致させるために重要性が増大している。典型的な複合材料は、構成要素の所望の性質を組み合わせた、及び / 又は、存在していないか、又は構成要素のみに、同じ程度に存在している、性質を有している、新たな材料を作り出す為にマトリックス材料中に配置された強化材料を備えている。

【0003】

重要な等級の複合材料は、適切なマトリックス材料中に配置された繊維強化材料の複数の 2 次元プライを伴っている材料を備えている。繊維強化材料のプライは、例えばそれらがプライ、ひいては複合材料、の長さ及び / 又は横幅に通常は実質的にわたる長い繊維を備えている、1 次元又は 2 次元の強化をもたらす。このような目的の為の適切なプライは、平行な繊維を伴っている一方向テープ及び繊維が複数の方向に配列されている 2 方向シートを含んでおり、そして、不織 (non-woven) シートであって良く、又は、織られた (woven)、編組みされた (braided)、縫われた (stitched)、又は他の同様な構造を有している。このように比較的長い繊維により強化された複合材料は通常、短繊維強化からそれらを区別する為に連続繊維強化複合材 (CFRCS) (continuous fibre reinforced composites) として引用されている。

【0004】

繊維強化材料の複数の積層プライで強化された CFRCS の知られている本来の弱点は、層間又は平面の外の弱点である。繊維強化は、繊維の平面における負荷のほとんどに耐える。CFRCS はこの平面の外の繊維強化を欠いているので、これらはこの方向においてより減少された負荷耐性能力を提供している。結果として、CFRCS は比較的低い層間強度及び / 又は破損強度を発揮する傾向にあり、そして、例えば層剥離による層間欠陥が望まない低い水準の適用された応力で発生する。

【0005】

このことを軽減する為に、これらのプライを第 3 次元において、例えばプライをともに編組みするか (braiding) 又は縫い合わせる (stitching) ことによる、幾つかの機械的な方法で共に結び、追加の厚さを貫く強度を与える解決法が提案されてきた。このような解決法は、限定された成功しかもたらさなかった。詳細には、これらは平面繊維構造の一体性に影響を与えることにより平面強度を減少させることが出来る。さらには、もしも第 3 次元の編組 (braiding) 又は縫い合わせ (stitching) が有効であるならば、これは織られている (woven) か又は同様に一体化されている 2 次元構造を有することを強化プラ

10

20

30

40

50

イ自身に要求する傾向にあり、他方では、多くの適用の為にそれはその他に不織 (non-woven) シート材料又は単一方向テープを使用することが望ましいことがある。

【0006】

強化された材料構造及びCFRCsにおける平面寸法の外の第3寸法における強化を提供する製造の方法の提供、そして、特に、平面強化における如何なる損失効果を限定し、及び/又は、例えば不織 (non-woven) シート及び単一方向テープを含む種々の繊維構造を織られている (woven) 構造と同様に強化プライに適用可能にする構造及び方法が、従って望まれている。

【発明の概要】

【0007】

第1の概念におけるこの発明に従えば：

マトリックス材料；そして

略平行に離れて実質的にマトリックス材料内に配置された複数の繊維プライ；そして、一次繊維の2次元プライを備えている繊維プライ支持シートと、このシートの平面の外方に略直線状に整列してその表面の少なくとも大部分を横切って配置された第3次元へと延出した二次繊維の2次元平面配列と、を備えている、少なくとも1つの二次プライ、を備えていて、二次繊維が二次プライの両側から外方に突出している、複合構造が提供されている。

【0008】

従って、この発明に従えば、少なくとも1つの、そして好ましくは複数の、二次プライが、マトリックス材料内の組み立てられた複合構造上又は内に配置されて、支持プライの範囲の大部分を横切って、特に好ましくは略均等に分配された配列で、配列された複数の二次強化繊維の形状で、支持されている二次強化の為に支持プライとして働く。二次繊維は支持プライの平面の略外方に延出している。特に好ましくは、繊維は、それらの少なくとも十分な割合が直線状に整列されて支持プライに対し略直角に延出するよう外方に突出している。これらはCFRCの第1の強化された平面方向の外の強化を提供する。

【0009】

支持プライは、本質的に、例えば繊維プライ又はポリマーシートを備えている、如何なる適切なシート材料であって良い。繊維プライはまた、平面強化における一次として機能して良い。ポリマーシートが硬化性接着剤 (curable adhesive) の層 (layer) を備えていて良い。支持シートそれ自身は繊維プライであり、そして好ましくは連続繊維強化複合構造中に組み込まれてプライの平面に対し平行な方向に強化を提供するのに適した繊維プライである。この実施形態においては、上記繊維プライの少なくとも幾つかが追加的に、プライの平面の外方に延出しその表面の少なくとも大部分を横切って配置されている二次繊維の2次元複数配列が設けられている支持プライを備えている。

【0010】

二次繊維は支持プライの平面の外に、例えば加工積層体 (process laminate) 内の母材中に、延出し、強化プライの平面方向の外の、例えばそれに対し略直角な、第3方向に強化をもたらす。二次繊維は略整列されている。しかしながら、ここに記載された発明の強化原理から明らかになるように、幾つかの整列の乱れ (misalignment) は許容される。

【0011】

この発明の原理に従えば、二次繊維は支持プライの大部分を、詳細には略均等に、横切って分配されている。従って、このような二次繊維強化を支持しているプライは、その面積範囲の少なくとも大部分を横切って略均一な平面の外の強化機能を与え、そして、プライの大部分を横切って実質的に均等に、マトリックス材料と共同してその面積範囲の平面の外に強化効果を与える。これは、例えばフック及びループ形式の係合をもたらす、隣接したプライの対応しているが異なって形成されている個別の領域と相互作用するよう設計されていて、そして、結果として相互に作用する隣接したプライの特別な注意深い直線状配列を必要とし補完的な個別領域又は構造が所望の方法で相互作用する、二次強化繊維の個別領域が設けられている配置と対比されることが出来る。この発明に従った支持プライ

10

20

30

40

50

の使用を行う構造においては、プライ間のこのような複雑な直線状配列の必要がない。

【0012】

典型的には、このような支持プライの幾つかは、従来の強化プライ (ply) の層 (layer) を伴っている加工積層構造 (process laminate structure) 中に閉じ込められる。このような支持プライがこのようにして追加の強化として複合構造中に組み込まれた時には、二次繊維により提供された二次強化は積層体中に統合されて平面の外の性質を改良し、そして特に、層間応力に対する抵抗を与えるとともに層間剥離による破損の傾向を減少させる。

【0013】

更に又は代わりに、特に例えば支持プライが硬化性 (curable) ポリマー接着剤のシートである場合、プライが、統合されている積層体間の継手 (joint) に、及び / 又は相互接合工程の間の継手表面領域に適用されて良い。

【0014】

全てのこのような場合において、支持プライ中に設けられている二次繊維の平面の外の配列は、マトリックス中に配置された一次強化繊維プライの平面強化を補完し、例えば高い層間分離応力の領域の為の、平面強化の追加の外方を与える。

【0015】

二次繊維は、二次プライの両側から外方に突出する。特に好ましくは、二次繊維は二次プライを通して延出しその両側から外方に突出する。

【0016】

好ましくは、二次繊維は二次支持プライ中に、そして例えばそこを通過して、浸透され、最終的には二次元二次プライ構造の直接的な構成部分の形成の為に、その中に維持される。これは、二次プライが繊維支持プライである場合に特に好ましく、そして二次繊維は、繊維支持プライを作り上げている一次繊維の下層構造中に、その変質により、織られるか (woven)、縫われるか (stitched)、結ばれるか (tied)、またその他に組み込まれるか、されることなく、繊維支持プライを作り上げている一次繊維の二次元構造を通して突出する。例えば、二次繊維は、支持プライの一次繊維により又はこれらの間に作られた二次元又は二次元繊維構造内の隙間中に、そして好ましくはこの隙間を通して、突出し、そして従って、支持プライの一次繊維の構造に特別な変質を要求しない。

【0017】

これは、特に2つの利点を与える。第1には、この発明の原理は、例えば織られている (woven)、編組みされている (braided)、縫われている (stitched)、又は不織 (non-woven) の構造を有している2方向シート及び一方向テープを含んでいる、一次繊維構造の範囲と原則として採用することが出来る。第2には、二次繊維が支持プライの一次繊維の構造を本質的に変質させないままにしておくよう浸透により設けられているので、例えば一次繊維のプライが平面の外の性質を提供するよう縫われるか又は同様な手段で互いに連結されている、知られているシステム中の場合の如く、一次繊維の平面内における強化効果が減少される必要がない。

【0018】

好ましくは、マトリックス材料内に実質的に配置されている複数の二次プライを備えている組み立てられた構造においては、少なくとも幾つかの隣接したプライが、個々のプライの個々の対向している表面からそれらの間のマトリックス材料中に突出している、そして特に部分的に網で捉えられるようマトリックス材料中に突出している、二次繊維を有している。隣接した支持プライからの二次繊維がこのように部分的に網で捉えられることは、強化効果を強化する。この補完構造は、対向している支持プライ表面の大部分を横切って、好ましくは均等に、配列されていて、層 (layer) の特別な直線状配列を要求しない単純で均等な強化効果を与える。

【0019】

典型的な複合材料構造においては、上述したように二次繊維を支持している二次プライが、複数の従来の強化繊維プライとともに積層状態で綴じられている。例えば、上述した

10

20

30

40

50

ように二次繊維を支持している二次プライは、積層構造中における、層間分離及び同様の欠陥状態に特になる傾向にある領域として知られている基板 (base plate) と桁 (spar) との間の T 結合 (joint) の如き、面外の性質を向上させることが望まれている高い層間応力の領域に、設けられている、即ちより大きな割合で設けられている。更に又は代わりに、上述したように二次繊維を支持している二次プライは、このような積層構造間の結合境界面の部分として設けられていて良い。

【0020】

好ましくは、二次繊維は、当該技術分野に習熟している人々により、基本的な CFR C 構造を作り上げている従来の強化プライの「連続 (continuous)」繊維と対比するものとして理解される、短い長さの繊維を備えている。例えば、二次繊維は、0.25 mm と 3 mm との間の、より好ましくは 1 mm と 1.5 mm との間の、平均長さを有して良い。

10

【0021】

二次繊維は好ましくは、支持プライ中に浸透される時に支持プライの一次繊維構造上への影響を最小にする為に、30 μ m 又はそれ以下の平均直径、そして好ましくは 30 μ m 又はそれ以下の最大直径、を有している。製造中の繊維取扱いを考慮すると、二次繊維は 6 μ m 以下でない平均直径、そしてより好ましくは 6 μ m 以下でない最小直径、を有していることが好ましい。10 ~ 20 μ m の範囲にある繊維直径が特に好ましい。

【0022】

好ましい実施形態においては、二次プライは繊維支持プライである。二次繊維は好ましくは、繊維支持プライの一次繊維構造に浸透する為に、そして特にこの一次繊維を通過しそして第 3 次元に略直線状に配列されている配置内においてその中に維持される為に、導入されるよう寸法決めされている。

20

【0023】

二次繊維は、如何なる適切な材料、特に短いストランド (strand) 直線状配置 (aligned) 繊維の提供に適した、から製造された、中空又は中実の繊維であって良い。適切な材料は、炭素繊維、例えば PAN を基礎とした又はピッチ (pitch) を基礎とした、シリカ (silica) その他の如きガラス又はセラミック繊維を含んで良い。

【0024】

この発明に従った二次繊維強化を支持している支持プライは、積層又は組立段階において積層構造中に都合良く導入され、そして、従来の CFR C 強化プライと典型的に内位添加される (intercalated)。この発明に従った支持プライは、二次強化の為に単にスクリムクロス (scrim cloth) 支持体として機能する繊維プライを備えて良いし、又は自身が従来の方法で CFR C 強化プライを備えて良い。記載された如く二次繊維を支持しているこの発明に従った支持プライは、例えば界面、そして詳細には T 結合 (joint) 及び / 又はもう一つの構成要素とのその合致面 (mating face)、そしてまた表面において、層間分離欠陥が問題になり易い高い層間応力の領域に、特に導入、又はより大きな割合で導入、される。

30

【0025】

一次強化プライ及び / 又は二次強化の為に二次繊維支持体プライを備えているこの発明に従っている繊維プライは、適切なマトリックス材料とともに平面強化を与えるよう及び / 又は二次繊維を支持するよう、如何なる適切な組成 (composition) 及び構造の一次繊維を備えて良い。種々の樹脂材料中に保持されている、炭素繊維、ガラス繊維、そしてアラミド (aramid) 繊維の如き繊維を備えている複合材料は、例えば良く知られている。

40

【0026】

例えば、良く知られている如く、繊維プライ層を作り上げている一次繊維は、単一方向であって良く (単一配向繊維 (fibres in a single orientation))、平行な繊維を伴っている単一方向テープを例えば備えているプライ、又は、例えば織られている (woven)、編まれている (knitted)、縫われている (stitched)、編組されている (braided)、クリンプされていない (non-crimp)、又は不織 (non-woven) のシート中で、その中で織

50

維が複数の方向に配置されている、例えば2方向の如き多方向を含む、多方向シート、であって良い。プライは、多数積層され (multiple overlain) , 連結されている又は統合されているシート層を備えていて良い。プライは、複数の繊維トウ (tow) (個々のプライにおいて、繊維のグループが互いに平行に走っている) を備えていて良い。如何なる適切なプライが使用されて良く、そしてこのプライが、例えば、CFRCにおいて従来使用されて良かった如き従来の強化プライであって良い、ことはこの発明の特に良いことである。

【0027】

この発明のさらに完全な実施形態においては、複合構造は、マトリックス材料；そして、

略平行に離れてマトリックス材料内に、例えば構造内において高い層間応力の領域に、実質的に配置されている複数の強化繊維プライ；

繊維プライ支持シートを備えている少なくとも1つの二次プライを備えており、繊維プライ支持シートは、一次繊維の二次元プライを備えていて、シートの平面の外方に直線状に整列して第三次元中に延出してその表面の少なくとも大部分を横切って配置されている二次繊維の二次元平面配列を有しており、ここにおいて二次繊維は二次プライの両側から外方に突出している。この二次プライは上述した如く一次強化繊維プライを更に備えて良いし、或いは、繊維の又は他の構成材料の誂え (bespoke) 支持シートであって良い。

【0028】

特に好ましい場合には、構造は、2つの繊維強化積層形態の間の結合 (joint) であり、そして複数の二次繊維を備えている二次プライが1つは2つの積層形態内に及び/又は結合 (joint) の少なくとも近傍のこのような形態の表面に設けられている。例えば、結合 (joint) はT結合の如き突合せ結合 (butt joint) である。

【0029】

この発明のさらなる概念に従うと、二次プライ構造が、マトリックス材料及び複数の繊維プライ強化構造を備えている連続した繊維強化複合構造中への組み込みの為に適切に設けられていて、二次プライは、一次繊維の二次元プライを備えている繊維プライ支持シート、そして、シートの平面の外方に略直線状に整列して第三次元中に延出し、その表面の少なくとも大部分を横切って配置されている二次繊維の二次元平面配列を備えていて、

【0030】

この発明のこの概念に従った繊維プライ支持シートは、単一方向である一次繊維、そのプライは例えば平行線維を伴っている単一方向テープを備えている、又は、例えば織られている (woven) , 編まれている (knitted) , 縫われている (stitched) , 編組みされている (braided) , クリンプされていない (non-crimp) , 又は不織の (non-woven) シートを備えていて、その中で繊維が複数の方向に配置されている多方向シート、そのプライは例えば2方向の如き多方向を備えている、を備えていて良い。一次及び二次繊維の好適な特徴は、この発明の第1概念の前述した議論を参照して理解されるであろう。

【0031】

この発明の概念に従った繊維プライ支持シートは、従って略従来の設計の強化プライを備えて良い。

【0032】

更に又は代わりに、繊維プライ支持シートは、組み立てられた複合構造において略従来の設計の一次繊維強化プライに綴じ込められた (interleaved) 時に平面の外の強化を提供するよう、その第1の目的として二次繊維配列の支持を有している支持スクリム (scrim) を備えていて良い。このような支持スクリム (scrim) は例えば、非常に軽い織られた (woven) 又は編まれた (knitted) 材料を備えていて良く、その中では二次繊維が支持されているとともに例えばその中に二次繊維が浸透 (infiltrate) されている。

【0033】

10

20

30

40

50

更に又は代わりに、繊維プライ支持シートは、組み立てられた複合構造中に平面の外の強化を提供するよう、略従来の設計の積層一次繊維強化プライを備えているマトリックスの表面中又は上に組み込まれることが出来るポリマーシート材料を備えていて良い。例えばポリマーシート材料は、例えば所望の重量の注型された又は圧延された硬化性樹脂フィルムを備えているフィルム接着剤を備えて良く、このフィルムの層は、フィルムの平面の外方に略直線状に整列されて第3次元中に延出しているとともにその表面の少なくとも大部分を横切って配置されている二次繊維の複数の配列を有している。フィルム接着剤は、フィルムの取り扱いを許容するとともに組み立てられた結合(joint)にゲージ化された(gauged)厚さを創出する(即ち、互いに接合された時に、接着剤で支持体を伴った2つの部位は、例えば0.125と0.250mmとの間でゲージ化(gauged)されて良い支持体により規定された接着剤層(glueline)厚さを有する)よう、例えば軽量の織られた(woven)又は編まれた(knitted)繊維層上に支持された繊維支持層と知られている方法で組み合わされて良い。

10

【0034】

これらの代わりの幾つか又は全てに従った複数の二次プライ構造は、この発明の第1の概念に従った一次プライの平面の外に二次強化を与えるよう、積層体中に及び/又は一次繊維プライ強化の複数の層を有しているCFRCの結合(joint)界面に組み込まれて良い。

【0035】

この発明のさらなる概念に従うと、CFRC中での使用の為の二次強化プライを準備する方法は：

20

シート材料の支持層そして好ましくは一次繊維材料の繊維プライを提供する工程；

支持層の平面の外方に延出していてその表面の少なくとも大部分を横切って配置されている二次繊維の複数の配列を、例えば支持層が繊維プライの場合、一次繊維の間の隙間中に浸透させる(infiltrating)ことにより、支持層に、そして好ましくは支持層を通して、導入し、二次繊維が二次プライの両側から外方に突出する、工程、
を備えている。

【0036】

この方法は従って、上述されたこの発明の第2の概念に従った強化支持プライを準備する方法であり、この方法の好ましい特徴は推論されることが歓迎される。

30

【0037】

二次繊維は特に略直線状に配列されていて、略均等に離れて配列されている。繊維の略直線状に配列された構造を創出する工程は、この発明に対し必ずしも必要なことではない。しかしながら、スプレイ直線状配列工程(spray alignment process)は、繊維を支持層中に、第3次元中への直線状配列の十分な程度を保つように、浸透させる(infiltrate)のに特に有効であることが分かっている。

【0038】

この発明の第1の概念に従った複合材料を準備する方法を備えている、この方法のより完全な概念においては、この方法は：

上述したように複数の二次支持プライを準備する工程；

40

任意に、このような二次繊維を伴うことなく、二次元一次繊維プライ構造を備えた複数の一次強化繊維プライを準備する工程と；

複数のプライ(即ち、所望の最終性質の為の適切な組み合わせにおける二次支持プライ及び一次強化繊維プライの)を、略平行に離れて、マトリックス材料の適切な先駆物質(precursor)、及び例えば硬化性マトリックス材料とともに、積み上げる工程；そして、

それらを例えばマトリックスを硬化させることにより処理して繊維強化複合材料を形成する工程、

を備えている。

【0039】

マトリックス材料及び形成工程は、如何なる従来知られている材料及び方法であって良

50

い。例えば、方法は、複数のプレプレグ (prepreg) プライを、上述したように、差し込まれた (interleaved) フィルム接着剤とともに積み上げることを備えて良い。代わりに、この方法は、注入 (cast) 接着剤を使用することを備えて良い。接着剤は、この発明の第 1 の概念に従った複合材料を創出する為に、例えば樹脂接着工程 (resin bonding process) を介し、適切な知られている方法で硬化された (cured)。

【0040】

より完全には、この方法は、高応力 / 高層間分離傾向の領域を有している複合構造を製造する方法であって良く、そして、高層間応力 / 層間分離傾向のこのような領域における上述したように二次強化を有している支持プライの提供を備える。支持プライは、例えば積層体の構造組み立て段階の一部として、即ち結合 (joint) 組み立て段階で、二次材料として適用されることが特に好ましい。

【0041】

この発明は、例示としてのみこの発明の原理及び実施形態を図示している添付の図面の図 1 乃至図 4 を参照しながら以下に記載される。

【図面の簡単な説明】

【0042】

【図 1】図 1 は、この発明の原理を具体化しよう変更されている、2 層 CFRC 構造間の T 結合を通過する断面の概略的な表示である。

【図 2】図 2 は、この発明の一実施形態に従った、二次強化繊維を伴った支持プライを通る断面である。

【図 3 a】図 3 a は、平面強化の外に提供するよう、図 2 中に図示されている層 (layer) を組み込む統合に先立つ、積層された層構造の概略図を図示している。

【図 3 b】図 3 b は、平面強化の外に提供するよう、図 2 中に図示されている層 (layer) を組み込む統合に先立つ、積層された層構造を、平面強化の外の挿入物と共に図示している。

【図 4】図 4 は、図 3 a 及び図 3 b から得られた、統合され処理された層構造を断面で図示している。

【発明を実施するための形態】

【0043】

図 1 は、例えば航空宇宙構造における桁結合 (spar joint) を備えているが如き、2 つの炭素繊維強化積層体形態の間の結合 (joint) の概略図である。図示されている結合 (joint) は、桁 (spar) 12 と外板 (skin) 10 との間の結合 (joint) を備えている。桁 (spar) 12 が外板構成要素 (skin component) 10 に結合されるのを許容する為に、外板との満足のいく接合を達成するよう比較的大きな着地領域 (footprint area) 18 が要求されている。着地領域 (footprint area) 18 を形成する為に、桁 (spar) には積層着地形態 14 及び直立した桁 (spar) の両側の積層変換形態 13 が設けられていて、積層変換形態 13 は個々の形態 13 における積層強化が着地形態 14 のこれらに対し略平行に延びるまで外方に次第に湾曲している。

【0044】

欠陥がこの構造中に創出されている。従来技術においてこれらは例えば硬化性樹脂及び / 又は追加の繊維強化で充たされていて、追加の繊維強化は従来知られている結合 (joint) システムにおいては、厚さを通した割れを避ける為に、桁 12 及び又は外板 10 に縫われている (stitched), ステープルで止められている (stapled), 又は他に機械的に係合されている。このような二次の機械的強化は、結合 (joint) 製造工程に複雑化を付加し、そして結合 (joint) の特定の部位に発生する高い層間剥離応力によりもたらされる問題を必然的に除去しない。領域 16 は、これに関し特に影響を受けやすい領域である。層間剥離及び対応している作用 (mechanism) による破壊を導く、従来の CFRCS 中の第 3 次元における平面の外に設けられた比較的限定された強化は、これらの領域における特別な問題であることが出来る。

【0045】

結果として、二次繊維を支持しているこの発明に従った支持プライ（図2ないし図4参照）が、層間剥離が問題になりやすい高応力のこのような領域中に、導入、又はより大きな割合で導入、されている。例えば、6mm乃至7mmのシートが、マトリックス材料中に繊維のプライの60乃至70積層体層を含んで良い。このような構成の上部10層中にこの発明に従ったプライを組み込むことが適切である。

【0046】

従って、図1中では、二次繊維を支持しているこの発明に従った支持プライが結合（joint）構造内の層16中に導入されている。これらはまた、界面17で導入されて良い。更に又は代わりに、接着剤が界面17で使用されて良い。支持プライ材料はまた、必要であるならば、この又は同様な結合（joint）構造の外板及び/又は詳細部分中に綴じ込められる（interleave）ことが出来る。

10

【0047】

図2は、この発明に従っていて、連続した繊維強化複合材料を形成する為に、例えば硬化性樹脂配合物のマトリックス材料及び繊維強化の複数のプライを備えている図1中に図示されている如き複合構造中へ組み込まれるのに適している、支持プライの実施形態を備えている強化繊維プライを通った断面を図示している。図2中に図示されている如き支持プライは、工程の完結において、それが処理された積層体又は図2の繊維プライがプライの平面の外の強化に貢献する結合（joint）界面中に第3次元中へ組み込まれるような材料中で使用されるのに適している。

【0048】

図2中に図示されている支持プライは、繊維層支持材料22を備えている。図示されている実施形態においては、支持材料は、その第1の目的として、二次繊維を垂直に所望の略直線状に配列するよう支持した支持構造の提供を有している軽量繊維材料の支持スクリム（scrim）である。平面強化層、即ちフィルム接着剤層である層、において、任意に対応している繊維支持層とともに、さらに十分である材料の如き、代替りの支持材料は、予想されることが出来る。

20

【0049】

支持プライの繊維層を通して、複数の配列における二次繊維は、略直線状に配列して浸透され、シート22に対し略直角に延出し略均等に離れてその範囲の大部分を横切る。これらは、例えばスプレー（spray）工程により浸透されて良い。スプレー技術は、適切に直線状に配列された繊維配置を創出することが出来る。同様な略直線状に配列された繊維配置を創出することが可能な他の工程は考慮されて良い。

30

【0050】

図3は、平面の外の強化を、例えば図1中に図示されている如き結合（joint）界面に、提供する為に、例えば製造段階において、CFRC積層体構造中に図2中に図示されている如き材料がどのように組み込まれて良いかを、横断面において図示している。

【0051】

例えば、繊維複合材料の複数のプリプレグ（prepreg）プライ及び硬化性フィルムマトリックス材料を備えている、従来のCFRC繊維プライ/マトリックス材料の部分的なプライ積層体30の複数の層を備えて構造が積み上げられている。これらが綴じ込められる（interleave）ことにより、少なくとも強化されるべき領域に、図3a中に図示されている方法で積層体の全体の平面の外に二次強化繊維を支持している複数の強化プライ32が提供される。この特別な詳細は図3bの差し込み図中に図示されている。

40

【0052】

この材料が、例えばマトリックス材料を硬化させることによる、適切な従来の方法により処理されるので、二次強化が、層間マトリックス材料中に突出することにより平面の外の性質を改良するよう、処理された積層体中に統合される。

【0053】

最終的に処理された積層体構造が、図4中に概略的に図示されている。図4の構造は特に、例えば図1中に図示されている如き結合（joint）界面における高い層間分離応力の

50

領域で使用するのに適するだろう。

【 図 1 】

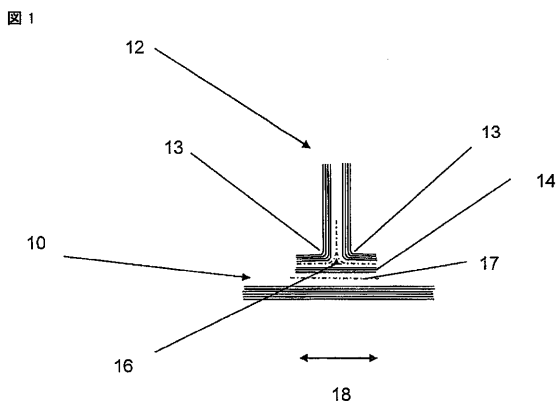


Figure 1

【 図 2 】

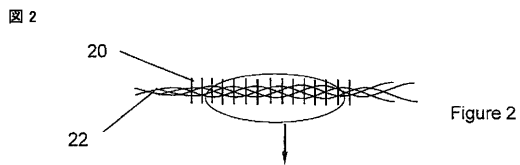


Figure 2

【 図 3 a 】

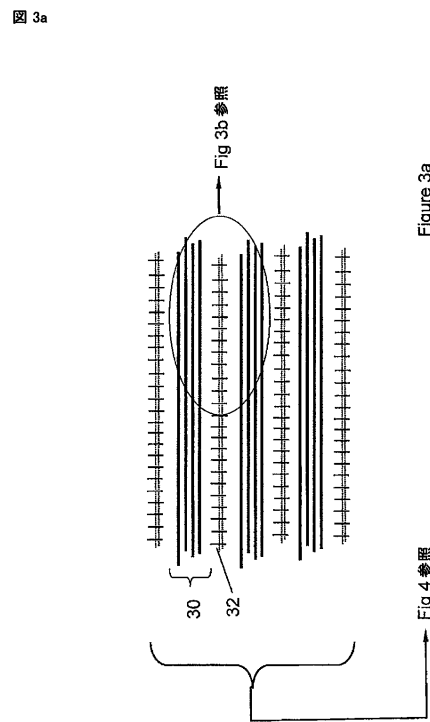
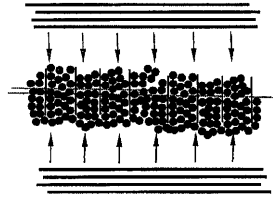


Figure 3a

【 図 3 b 】

図 3b

Figure 3b



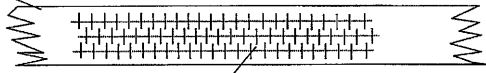
【 図 4 】

図 4

40

42

Figure 4



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

| | | |
|--|---|---|
| | | International application No PCT/GB2009/051503 |
| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. B32B3/00 D03D13/00 D03C7/04 D05C17/00 | | |
| According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC | | |
| B. FIELDS SEARCHED | | |
| Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B32B D01D D03D D03C D05C | | |
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched | | |
| Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data | | |
| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| X | GB 2 066 308 A (CAMBRIDGE CONSULTANTS) 8 July 1981 (1981-07-08) claim 1 figures | 1-2 |
| X | WO 99/19137 A (SYNCOGLAS SA NV [BE]; CLAEYS ETIENNE [BE]) 22 April 1999 (1999-04-22) claim 1 figures | 1-2 |
| X | DATABASE WPI Week 199626 Thomson Scientific, London, GB; AN 1996-254482 XP002518338 & JP 08 103960 A (FUJI HEAVY IND LTD) 23 April 1996 (1996-04-23) abstract | 1-2 |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex. | | |
| * Special categories of cited documents: | | |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document relating to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed | | "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family |
| Date of the actual completion of the international search 4 February 2010 | | Date of mailing of the international search report 11/02/2010 |
| Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016 | | Authorized officer Hillebrand, Gerhard |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/GB2009/051503

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|--|------------------|-------------------------|---|
| GB 2066308 | A | 08-07-1981 | NONE |
| WO 9919137 | A | 22-04-1999 | AU 9524598 A 03-05-1999 NL 1007281 C2 19-04-1999 |
| JP 8103960 | A | 23-04-1996 | NONE |

フロントページの続き

| (51) Int.Cl. | F I | | | テーマコード (参考) |
|--------------------------------|---------|-------|---|-------------|
| D 0 4 C 1/06 (2006.01) | D 0 4 C | 1/06 | Z | |
| B 2 9 C 70/10 (2006.01) | B 2 9 C | 67/14 | X | |

(81) 指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(74) 代理人 100075672

弁理士 峰 隆司

(74) 代理人 100095441

弁理士 白根 俊郎

(74) 代理人 100084618

弁理士 村松 貞男

(74) 代理人 100103034

弁理士 野河 信久

(74) 代理人 100140176

弁理士 砂川 克

(72) 発明者 ダフィー、ロジャー・フィリップ

イギリス国、ビービー２・７エルエフ、ランカシャー、バルダーストーン、サムルスバリー、ビー
エイイー・システムズ・オペレーションズ内

F ターム (参考) 4F205 AA36 AD16 AH31 AR12 HA08 HA19 HA22 HA34 HA37 HA44
HA45 HB01 HC02 HC05 HC06 HC07 HC17 HK05 HL15 HL16
4L046 AA01 AA24 BB00
4L047 AA03 AA04 AB02 AB07 AB09 BA07 CA18 CB01 CC13 EA22
4L048 AA05 AA33 AA34 AA48 AB06 AC09 BA01 BA02 BA22 CA01
DA41